



**TUGAS AKHIR - TF 145565**

# **RANCANGAN BANGUN SAFETY SISTEM PADA PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP**

**BAHTIAR DRESTA HUDA**

**NRP. 10511500000074**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc**

**NIP. 19600901 198701 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

**Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.**

**NIP. 1983201711054**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI**

**DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI**

**FAKULTAS VOKASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA 2018**



**TUGAS AKHIR - TF 145565**

**RANCANG BANGUN SAFETY SISTEM PADA  
PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP**

**BAHTIAR DRESTA HUDA  
NRP. 10511500000074**

Dosen Pembimbing I  
**Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc**  
NIP. 19600901 198701 1 001  
Dosen Pembimbing II  
**Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.**  
NIP. 1983201711054

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



**FINAL PROJECT - TF 145565**

**DESIGN OF SAFETY SYSTEM ON STEAM PLANT  
PROTOTYPE FOR ELECTRICAL STEAM POWER PLANT**

**BAHTIAR DRESTA HUDA  
NRP. 10511500000074**

Supervisor I

**Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc**

NIP. 19600901 198701 1 001

Supervisor II

**Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.**

NIP. 19832017111054

**STUDY PROGRAM OF DIII INSTRUMENTATION TECHNOLOGY**

**DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING**

**Faculty Of Vocation**

**Sepuluh November Institute of Technology**

**Surabaya 2018**

**RANCANG BANGUN SAFETY SISTEM PADA  
PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA UAP**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**BAHTIAR DRESTA HUDA**  
**NRP. 10511500000074**

**Surabaya, 1 Agustus 2018**  
**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.**  
**NIP. 19600901 198701 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

**Dwi Oktavianto W. N., S.T., M.T.**  
**NPP. 1983201711054**



**Kepala Departemen Teknik  
Instrumentasi ITS**

**Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc**  
**NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN SAFETY SISTEM PADA  
PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA UAP**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi  
Departemen Teknik Instrumentasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**BAHTIAR DRESTA HUDA**  
**NRP. 10511500000074**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc. ... (Pembimbing I)
2. Dwi Oktavianto W. N., S.T., M.T. ... (Pembimbing II)
3. Dr. Ir. Purwadi Agus D. M.Sc. ... (Penguji)

**SURABAYA  
JULI 2018**

# **RANCANG BANGUN SAFETY SISTEM PADA PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP**

**Nama : Bahtiar Dresta Huda**  
**NRP : 10511500000074**  
**Jurusan : D3 Teknik Instrumentasi, ITS Surabaya**  
**Pembimbing I : Ali Musyafa', M. Sc.**  
**Pembimbing II: Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.**

## ***Abstrak***

Telah dilakukan rancang bangun Safety Sistem pada boiler steam plant berbahan bakar LPG merupakan sistem yang digunakan untuk mengamankan temperatur, level, dan pressure pada *boiler* agar tidak mencapai set poin yang berlebih dengan merencanakan kontrol menggunakan Atmega32 sebagai kontrolernya. Dimana hasil pengukuran temperature, level, dan pressure ini dapat ditampilkan pada LCD. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan safety sistem pada *boiler* dengan sensor yang dipergunakan untuk mengukur variabel temperature adalah Thermocouple dan variabel level adalah float switch. Hasil pengukuran temperature ini akan diolah dengan menggunakan Atmega32 untuk menghasilkan *output* yang dapat mematikan sumber dan membuka bypass pompa pada boiler, sehingga ketika terdapat variabel pada boiler melebihi, maka controller akan memerintahkan actuator untuk menutup sumber. Maka api di burner dan suply *water* pada tangki air akan tertutup, karena temperatur dan level pada *boiler* ini akan mempengaruhi proses produksi selanjutnya.

**Kata kunci :** *Safety*, Pengendalian, Temperature, Level

# **DESIGN OF SAFETY SYSTEM ON STEAM PLANT PROTOTYPE FOR ELECTRICAL STEAM POWER PLANT**

**Name** : *Bahtiar Dresta Huda*

**NRP** : *10511500000074*

**Departement** : *Diploma of Instrumentation Engineering, ITS  
Surabaya*

**Supervisor I** : *Ali Musyafa', M.Sc*

**Supervisor II** : *Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.*

## ***Abstract***

*The Safety System has been carried out in the LPG-fueled steam plant boiler is a system used to secure the temperature, level, and pressure of the boiler so as not to reach the excess set points by planning control using Atmega32 as its controller. Where the results of measurements of temperature, level, and pressure can be displayed on the LCD. In this final project is done design of safety system at boiler with sensor which is used to measure variable temperature is Thermocouple and level variable is float switch. The result of this temperature measurement will be processed using Atmega32 to produce output that can turn off the source and open the pump bypass on the boiler, so that when there are variables in the boiler exceed, then the controller will command the actuator to close the source. Then the fire in the burner and supply water in the water tank will be closed, because the temperature and level of this boiler will affect the next production process.*

**Keywords** : *Safety, Control, Temperature, Level*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SAFETY SISTEM PADA PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP” tepat pada waktunya.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kepala Departemen D3 Teknik Instrumentasi ITS yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada kami
2. Bapak Ali Musyafa’, M.Sc dan Bapak Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu, arahan dan saran yang membantu selama proses pengerjaan tugas akhir,
3. Bapak Bandi selaku pemilik bengkel yang telah membantu pembuatan alat dan memberikan izin menggunakan bengkelnya sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.
4. Ibutercinta yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun materil serta dukungan yang sangat luar biasa
5. Terimakasih kepada mbak, mas, dan teman-teman yang telah mendukung, memberikan motivasi selama ini.
6. Terimakasih kepada BOILER TEAM, Khoim, Novi, Naqiya, Kartika dan Ronggo yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir ini
7. Teman-teman tercinta Teknik Instrumentasi 2015 yang selalu senantiasa memberikan semangat dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Adik-adik 2016 yang telah membantu terlaksakannya tugas akhir.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.



Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik untuk di kemudian hari. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya. 16 Juli 2018

Penulis

Bahtiar Dresta Huda

NRP. 10511500000074

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	3

### BAB II DASAR TEORI

2.1 Boiler .....	5
2.2 Prinsip Kerja Safety Valve .....	9
2. 2 Prinsip Kerja Solenoid Valve .....	10
2.4 <i>Layer of Protection Analysis</i> .....	11
2.5 Prinsip Kerja Termokopel Tipe K .....	14
2.6 Prinsip Kerja ATMEga32 .....	15

### BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 <i>Flow chart/</i> Diagram Alir Pembuatan Alat .....	17
3.2 Gambaran Umum Boiler .....	19
3.3 Perancangan Safety Sistem pada Steam Plant .....	21
3.3.1 <i>Safety Pressure</i> Steam Drum .....	22
3.3.2 <i>Safety Pressure Bypass</i> .....	22
3.3.3 <i>Safety Temperature</i> .....	23
3.3.4 <i>Safety Level</i> .....	24
3.5 Perancangan <i>Software</i> .....	25

## **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian Safety Sistem Pada Boiler .....	25
4.1.1 Kerangka Alat Beserta Peletakan Sensor .....	25
4.1.2 Pengujian Sistem Safety Temperatur .....	30
4.1.3 Pengujian Safety Level.....	32
4.2 Pembahasan.....	35

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN A (Data Sheet)**

### **LAMPIRAN B (Listing Program)**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Boiler .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Safety Valve .....	9
<b>Gambar 2.3</b>	Solenoid Valve .....	10
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Layer of Protection</i> .....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Tingkat Bahaya Tiap <i>Layer</i> .....	14
<b>Gambar 2.6</b>	Termokopel Tipe K .....	15
<b>Gambar 2.7</b>	Konfigurasi Pin ATmega32 .....	15
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	17
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram Alir Skema Kerja Alat .....	18
<b>Gambar 3.3</b>	Block Function Diagram .....	19
<b>Gambar 3.4</b>	Process Flow Diagram .....	20
<b>Gambar 3.5</b>	Design 3D .....	20
<b>Gambar 3.6</b>	P&ID .....	21
<b>Gambar 3.7</b>	Dalam Safety Valve .....	22
<b>Gambar 3.8</b>	Konfigurasi <i>Schematic Wiring</i> Atmega 16 .....	22
<b>Gambar 3.9</b>	Diagram Blok Safety Pressure Steam Drum .....	22
<b>Gambar 3.10</b>	Diagram Blok Safety Temperatur .....	23
<b>Gambar 3.11</b>	Diagram Blok Safety Level .....	24
<b>Gambar 3.12</b>	Perancangan Solenoid Valve pada Proteus .....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Kerangka Boler Steam Plant .....	25
<b>Gambar 4.2</b>	Pipa Dalam Furnace .....	26
<b>Gambar 4.3</b>	Peletakan Sensor Termokopel K .....	27
<b>Gambar 4.4</b>	Peletakan Sensor Level Switch .....	27
<b>Gambar 4.5</b>	Pemasangan Safety Valve .....	28
<b>Gambar 4.6</b>	Uji Safety Valve I .....	28
<b>Gambar 4.7</b>	Uji Safety Valve II .....	29
<b>Gambar 4.8</b>	Datasheet Pessure Transmitter .....	32
<b>Gambar 4.9</b>	Penunjukan Level Glass .....	35

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 4.1</b> Pengukuran Safety Valve Titik Ekstrim .....	29
<b>Tabel 4.2</b> Pengukuran Suhu Mencapai Titik Ekstrim .....	30
<b>Tabel 4.3</b> Pengukuran Level Mencapai Titik Ekstrim .....	32

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Banyak kecelakaan pada power plant yang tidak jarang hingga menelan korban jiwa mengindikasikan dengan kuat bahwa standar keamanan (safety standar) maupun piranti keamanan (safety measure) power plant kurang baik. Ketiadaan safety system maupun safety measure yang memadai inilah yang menjadi sebab utama kecelakaan di tempat kerja. Perancangan safety system pada sebuah alat atau plant dikerjakan oleh manusia. Maka dari itu untuk perancangan plant keseluruhan harus dengan teliti, agar tidak terjadi kerusakan alat dan kecelakaan kerja yang disebabkan oleh human error.

Akan tetapi di Indonesia masih sangat sering terjadi kecelakaan dalam industri migas (minyak dan gas). Menurut data dari Kementrian ESDM kecelakaan yang terjadi selama kurun waktu 2004 – 2014 telah terjadi sebanyak 880 kasus kecelakaan atau rata-rata sekitar 146 kasus setahun. Dalam kurung waktu 10 tahun itu, sekitar 76 orang dinyatakan meninggal dunia. Sementara sepanjang 2014 saja, angka kecelakaan Migas tercatat 201 kasus yang mengakibatkan 18 orang meninggal, 34 luka berat, 42 sedang dan 107 luka ringan [1]. Untuk mengantisipasi kecelakaan pada sebuah plant perlu diberikan suatu system pengamanan. Safety Instrumented System dipasang untuk menjaga agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

Permasalahan tersebut menjadi latar belakang Tugas Akhir ini untuk merancang safety pada steam plant sebagai pembangkit listrik tenaga uap untuk menghindari kecelakaan sistem yang berakibat fatal untuk manusia. *Boiler* merupakan komponen yang berfungsi menghasilkan *steam* (uap) yang nantinya akan ke *steam engine* dan digunakan untuk menyalakan outputan yaitu

berupa lampu. Untuk mengantisipasi agar tidak terjadi kecelakaan pada plant, disini lah peran dari safety system yang menggunakan final element safety pressure valve, solenoid valve sebagai shutdown valve, alarm, dan bypass sebagai safety pompa yang berbasis ATMEga128.

Sehingga, tugas ini di beri judul Rancang Bangun *Safety System Pada Prototype Steam Plant* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap

## 1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana merancang suatu *safety system* untuk variabel Level, Temperatur, dan *Pressure* dari *steam plant* untuk pembangkit listrik tenaga uap?

## 1.3 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan permasalahan dalam laporan ini agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan yang akan dicapai. Adapun batasan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang *safety system* dari *steam plant* untuk pembangkit listrik tenaga uap yang terdiri dari *safety pressure*, *safety level*, *safety temperature*, *safety steamdrum*, dan *safety pompa*.
2. Menggunakan ATMEga32 sebagai kontroler pada *safety system* tersebut.
3. Menggunakan *Solenoid Valve* sebagai aktuator pada *safety system* dari *steam plant*.
4. Menggunakan dua sensor, yaitu sensor *thermocoupletype K*, dan level switch sebagai sensor *safety system pada Boiler*.

## 1.4 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah bagaimana Merancang *safety system* untuk variabel Level, Temperatur, dan *Pressure* dari *steam plant* untuk pembangkit listrik tenaga uap

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu :

1. Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai ajang menambah pengetahuan bagi adik tingkat di Departemen Teknik Instrumentasi
2. Tugas akhir ini dapat dijadikan untuk bekal bagi peserta untuk kedepannya dalam menghadapi dunia industri



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Boiler**

Boiler adalah peralatan yang berperan penting dalam proses di industri maupun pembangkit listrik, yang biasanya sering disebut dengan ketel uap. Boiler ini adalah alat penukar energi panas, yaitu energi panas yang dihasilkan boiler dapat diubah menjadi energi potensial dalam bentuk uap yang bertekanan. Uap bertekanan tinggi pada boiler ini dijamin penggerak turbin uap untuk menghasilkan energi listrik. Energi yang dihasilkan oleh boiler adalah bersal dari pembakaran bahan bakar yang menghasillakkan panas.

Boiler ada beberapa macam misal, boiler berdasarkan fluida yang mengalir pada pipa. Jenis bahan bakar yang digunakan pada boiler ada beberapa macam yaitu dari gas elpiji, minyak bumi serta batu bara dan lain-lain.

Boiler disebut juga bejana tertutup yang terdiri atas sistem air umpan, sistem *steam* dan sistem bahan bakar. Panas pembakaran dari sistem bahan bakar dialirkan ke air sampai terbentuk air panas hingga air menghasilkan uap air atau *steam*. Uap air atau *steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan *steam* ke suatu proses lainnya. Air adalah media yang digunakan oleh boiler untuk melakukan proses penguapan disamping itu harganya murah untuk menghasil *steam* dari boiler dan *steam* dari boiler dapat digunakan pada proses yang lain. Oleh sebab itu boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan harus dijaga dengan baik agar tetap menghasilkan tenaga yang dibutuhkan untuk pembangkit listrik[2].



**Gambar 2.1** Boiler[2]

Boiler diatas merupakan tipe *water tube*, pada boiler ini proses perapian terjadi pada sisi luar pipa, sehingga anas akan terserap oleh air yang mengalir ke dalam pipa. Berikut ini bagaian-bagian dari boiler dan fungsinya :

**a. Economizer**

*Economizer* berfungsi untuk meningkatkan temperatur air ( pemanasan awal) sebelum masuk ke boiler untuk selanjutnya dialirkan ke *steam drum*, komponen ini berada dalam *boiler* yang terdiri dari rangkaian pipa-pipa (tubes) yang menerima air dari inlet. Sumber panas yang diperlukan oleh alat tersebut berasal dari gas buang dalam boiler. Air mengalir dalam pipa-pipa, sementara diluar mengalir gas panas yang berasal dari hasil pembakaran boiler. Selanjutnya steam panas tersebut dimanfaatkan [3]

**b. Steam Drum**

Berfungsi untuk menyimpan air dalam volume yang besar dan untuk memisahkan uap dari air setelah proses pemanasan yang terjadi dalam *Boiler*. Secara umum, ada empat jenis pipa sambungan dasar yang berhubungan dengan *Steam Drum*, yaitu:

*1.Feed Water Pipe*

Berfungsi mengalirkan air dari *Economizer* ke *Distribution Pipe* yang panjangnya sama persis dengan *Steam Drum*. *Distribute Pipe* berfungsi mengalirkan air dari *Economizer* secara merata keseluruh bagian *Steam Drum*.

## 2. *Downcomer* atau Pipa turun

Ditempatkan disepanjang bagian dasar *Steam Drum* dengan jarak yang sama antara yang satu dengan yang lainnya. Pipa-pipa ini mengalirkan air dari *Steam Drum* menuju *Boiler Circulating Pump*. *Boiler Water Circulating Pump* (BWCP) digunakan untuk memompa air dari *Downcomer* dan mensirkulasikannya menuju *Waterwall* yang kemudian air tersebut dipanaskan oleh pembakaran di *Boiler* dan dikirim kembali ke *Steam Drum*.

### c. *Waterwall Pipe*

Terletak dikedua sisi *Steam Drum* dan merupakan pipa-pipa kecil yang berderet vertikal dalam *Boiler*, setiap pipa disambung satu sama lain agar membentuk selubung yang kontinu dalam *Boiler*. Konstruksi seperti ini disebut konstruksi membran. *Waterwall* bertugas menerima dan mengalirkan air dari *Boiler Circulating Pump* kemudian dipanaskan dalam *Boiler* dan dialirkan ke *Steam Drum*[2]

### d. *Steam Outlet Pipe*

Merupakan sambungan terakhir, diletakkan dibagian atas *Steam Drum* untuk memungkinkan *Saturated Steam* keluar dari *Steam Drum* menuju *Superheater*. Dalam *Steam Drum*, *Saturated Steam* akan dipisahkan dan diteruskan untuk pemanasan lebih lanjut di *Superheater*, sedangkan airnya tetap berada dalam *Steam*

drum dan dialirkan ke *Down Comer*, dari sini proses akan dimulai lagi.[2]

**e. *Superheater***

*Superheater* merupakan kumpulan pipa *Boiler* yang terletak di jalan aliran gas panas hasil pembakaran. Panas dari gas ini dipindahkan ke *Saturated Steam* yang ada dalam pipa *Superheater*, sehingga berubah menjadi *Super Heated Steam*. *Superheater* ini ada dua bagian, yaitu *Primary Superheater* dan *Secondary Superheater*. *Primary Superheater* merupakan pemanas pertama yang dilewati oleh *Saturate Steam* setelah keluar dari *Steam drum*, setelah itu baru melewati *Secondary Superheater* dan menjadi *Super Heated Steam*. *SH Steam* akan dialirkan untuk memutar *High Presure Turbin*, dan kemudian tekanan dan temperaturnya akan turun.[2]

**f. *Furnace***

Ada empat syarat pembakaran yaitu bahan bakar, oksigen, panas dan reaksi kimia. Akan tetapi untuk pembakaran di *Boiler* perlu adanya syarat tambahan agar pembakaran di dalam *Boiler* bekerja dengan efisien yaitu turbulensi dan waktu. Waktu yang cukup harus diupayakan agar campuran yang mudah terbakar dapat terbakar seluruhnya. Aliran bahan bakar dalam *Boiler* harus cukup lambat untuk memberikan cukup waktu untuk pembakaran sempurna, kalau tidak bahan yang mudah terbakar akan terkumpul dalam ketel atau cerobong dan menimbulkan bahaya ledakan. Bahaya ledakan dicegah dengan perancangan *Boiler* yang tepat, *Boiler* harus cukup besar untuk memperlambat aliran udara, sehingga sebelum meninggalkan *Boiler* bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna. Udara pembakaran ada dua macam, yaitu *Primary Air* (udara primer) dan *Secondary Air* (udara sekunder). Udara primer dipasok oleh *Primary Air Fan* (PA Fan) yang dihembuskan menuju ke alat penggiling batubara (*Pulverizer*) kemudian bersama-sama dengan serbuk batubara

dialirkan ke *Furnace* untuk dibakar (reaksi kimia). Bercampurnya batubara dan udara dibantu oleh *Dumper* tetap yaitu pengatur pengaduk udara sehingga menimbulkan turbulensi yang memungkinkan terjadinya pembakaran yang efisien. Turbulensi mengacu pada gerakan udara didalam *Furnace*, gerakan ini perlu karena dapat menyempurnakan pencampuran udara dan bahan bakar[2].

## 2.2 Prinsip Kerja Safety Valve

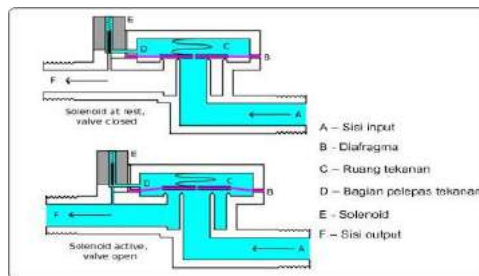
Safety pada Steam Drum ini menggunakan Safety Valve yang bertujuan untuk membuang tekanan berlebih. Safety Valve dapat diatur berapa maksimum tekanan yang diinginkan. Pada alat ini, Steam Drum diberi tekanan maksimal 4 bar. Jadi jika pada Steam Drum terbentuk tekanan lebih 4 bar maka secara manual akan membuangnya agar tekanan pada Steam Drum tetap menjadi 4 bar



**Gambar 2.2** Safety Valve

Gambar diatas merupakan bagian dalam dari Safety Valve yang dimana ada spring untuk menahan tekanan dari Steam Drum. Pada bagian paling atas terdapat Spring Adjuster yang digunakan untuk mengatur tekanan yang dibutuhkan dengan cara memutarinya sampai menemukan set poin yang diperlukan. Cara kerja safety valve unik karena didisain khusus untuk melepaskan tekanan berlebih yang ada di equipment dan sistem perpipaan pada jaringan hydrant. Hal ini untuk mencegah kerusakan pada equipment, dan lebih penting lagi untuk menghindari kecelakaan pada para pekerja. Karena tekanan atau temperatur yang diterima oleh safety valve ketika melebihi batas yang telah ditetapkan, maka valve ini akan melepaskan kenaikan tekanan sebelum menjadi tekanan lebih ekstrim.

### 2.3 Prinsip Kerja Solenoid Valve



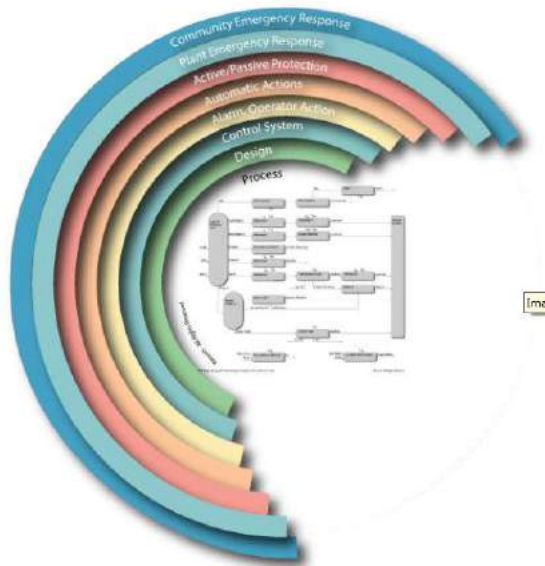
**Gambar 2.3 Solenoid Valve[5]**

Solenoid valve merupakan sebuah katup yang digerakan oleh energi listrik yang mempunyai kumparan sebagai penggerakannya. Kumparan ini berfungsi untuk menggerakkan piston yang dialiri oleh arus AC ataupun DC sebagai daya penggerak. Solenoid valve memiliki 2 buah saluran yaitu saluran masuk (inlet port) dan saluran keluar (outlet port). Saluran masuk berfungsi sebagai

lubang masukan untuk cairan atau air, saluran keluar berfungsi sebagai terminal atau tempat keluarnya cairan.[5]

Prinsip kerja dari solenoid valve yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakanya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari supply (service unit), pada umumnya solenoid valve pneumatic ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.

## 2.4 *Layer of Protection Analysis*



**Gambar 2.4** *Layer of Protection* [6]



LOPA adalah suatu metode yang digunakan untuk menilai tingkat keamanan suatu *plant* (*safety*) terhadap suatu ancaman risiko bahaya dengan menganalisa lapisan-lapisan pelindung yang telah diterapkan pada sistem atau komponen tersebut.

*Protection Layer* (PL) adalah Perangkat, sistem atau tindakan yang mampu mencegah penyimpangan proses dari kemungkinan dampak akhir yang lebih parah [7]. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing PL :

### 1. *Process Design*

*Process Design* merupakan *layer protection* pertama pada sebuah sistem atau komponen pada dunia Industri. Proses desain juga turut mereduksi bahaya proses dengan mengurangi kemungkinan adanya penyimpangan proses. Contoh dari proses desain adalah seperti ketebalan pipa, pemilihan bahan pada instrumen yang berhubungan dengan kondisi sistem.

### 2. *Basic Process Control System (BPCS)*

Tahap pengamanan kedua setelah adanya desain untuk proses adalah BPCS. BPCS diberi kemampuan untuk menjaga agar kondisi proses tetap berada di daerah aman, yaitu di daerah *process set point*. BPCS biasanya terdiri dari *sensor transmitter*, *logic solver (indicated control)*, dan *final element* atau *actuator*. BPCS bisa berupa loop pengendalian *full-automatic* namun juga bisa berupa *semi-automatic*.

### 3. *Alarms and Operator Actions*

Sistem alarm merupakan level perlindungan ketiga pada *layer* LOPA. Sistem alarm ada yang tergabung dengan BPCS dan ada pula yang independen terhadap BPCS. Ketika BPCS tak mampu mengatasi permasalahan ini (kondisi bahaya proses terus meningkat), maka sistem pengaman selanjutnya akan aktif. Alarm akan menyala apabila terjadi suatu penyimpangan proses dari keadaan yang diinginkan. Ketika kondisi ini terlampaui, maka sistem alarm akan aktif. Kondisi ini biasa dinamakan *high or low condition*. Alarm akan membutuhkan

tindakan operator sesuai SOP sebagai suatu bentuk tindak lanjut indikasi kegagalan.

#### **4. *Automatic Actions (SIS)***

SIS adalah kombinasi sensor, *logic solver*, dan *final element* dengan tingkat integritas tingkat tinggi Sistem ini bisa berupa ESD (*Emergency ShutDown Valve*), yakni valve yang bekerja untuk mematikan plant secara mendadak dengan cara memutus aliran fluida proses. SIS merupakan *layer* terakhir yang berfungsi dalam penanganan sebelum kejadian (*prevention*).

#### **5. *Physical Protection (Relief Valve, Rupture Disc, etc)***

Perlindungan fisik merupakan *layer* yang bertindak apabila dampak (*fire*) sudah terlanjur terjadi. *Layer* ini berfungsi untuk melindungi komponen dan instrumen mayor pada sebuah industri.

#### **6. *Passive Protection (Dikes, Blast Walls, etc)***

PL ini adalah alat pasif yang akan bekerja yang kegagalan dan kerusakan sudah terjadi, dan dibutuhkan tindakan penanggulangan untuk mencegah risiko kecelakaan meluas, seperti mencederaikan manusia, dan lingkungan sekitar. *Passive protections* biasa berupa *Dike* (galian) dan *Blast Wall* (tembok tahan api, biasanya dipasang di *offshore*).

#### **7. *Plant Emergency Response***

Fitur ini mencakup pasukan pemadam kebakaran, sistem pemadaman manual, fasilitas evakuasi, dll.

#### **8. *Community Emergency Response***

Berbagai asset penting, properti bahkan SDM bisa saja menjadi terancam. Oleh karena itu tanggap darurat (*emergency Response*) adalah hal yang wajib dikembangkan di perusahaan untuk mengantisipasi kerugian akibat bencana yang karena suatu hal dapat tidak terkendali. Untuk mengatasi kejadian-kejadian seperti meledaknya sebuah plant dan bencana alam diperlukan adanya sistem manajemen ERP yang tepat. ERP (*Emergency Response Plan*/Tanggap Darurat Bencana) adalah sistem yang menggabungkan beberapa departemen mencakup HRD, keamanan (*security*), kesehatan, termasuk K3.



**Gambar 2.5** Tingkat Bahaya Tiap Layer [8]

Dibawah ini merupakan tingkatan bahaya yang dimungkinkan terjadi apabila setiap lapisan proteksi gagal menjalankan tugasnya. Terdapat pula pada gambar 2.10 tersebut kinerja reduksi bahaya yang dilakukan oleh tiap-tiap *layer* serta pembagian *Layer of Protection* ke dalam 2 kategori, yakni *prevention* (pencegahan) dan *mitigation* (peringanan insiden).

## 2.5 Prinsip Kerja Termokopel Tipe K

Thermocouple adalah dua logam yang didekatkan yang apabila terpapar oleh kalor dengan suhu tertentu akan menghasilkan beda potensial. Termokopel Suhu didefinisikan sebagai jumlah dari energi panas dari sebuah objek atau sistem. Perubahan suhu dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap proses ataupun material pada tingkatan molekul. Sensor suhu adalah device yang dapat melakukan deteksi pada perubahan suhu berdasarkan pada parameter-parameter fisik seperti hambatan, ataupun perubahan voltage.[9]

Salah satu jenis sensor suhu yang banyak digunakan sebagai sensor suhu pada suhu tinggi adalah termokopel.



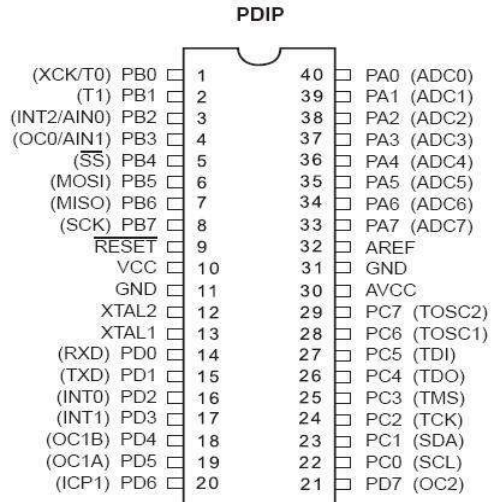
**Gambar 2.6** Termokopel Tipe K [9]

Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy) Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Keluaran dari thermocouple berupa milivolt maka dari itu keluaran thermocouple harus dikuatkan dengan modul tambahan yang kemudian baru bisa dibaca oleh *microcontroller*. [10]

## 2.6 Prinsip Kerja Atmega32

Mikrokontroler merupakan suatu *device* yang didalamnya sudah terintegrasi dengan I/O *Port*, RAM, ROM, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan kontrol.

Mikrokontroler AVR (Advanced versatile RISC) ATmega 32L merupakan *low power* CMOS Mikrokontroler 8-bit yang dikembangkan oleh Atmel dengan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) sehingga dapat mencapai *throughput* eksekusi instruksi 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*). Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu kelas ATtiny, kelas AT90xx, keluarga ATmega, dan kelas AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, *speed*, operasi tegangan, dan fungsinya sedangkan dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan bisa dikatakan hampir sama.

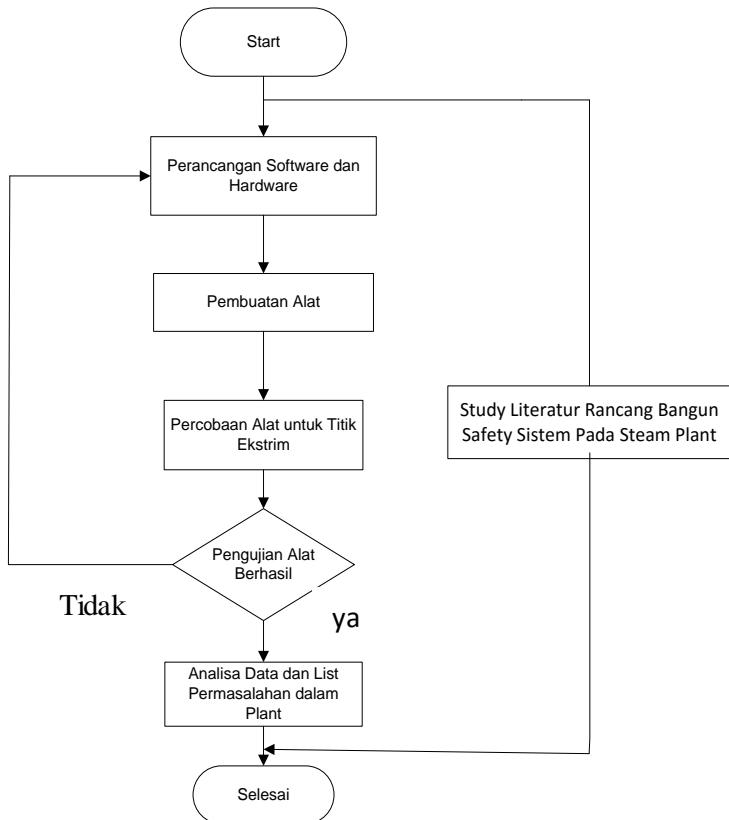


**Gambar 2.7** Konfigurasi Pin ATmega32

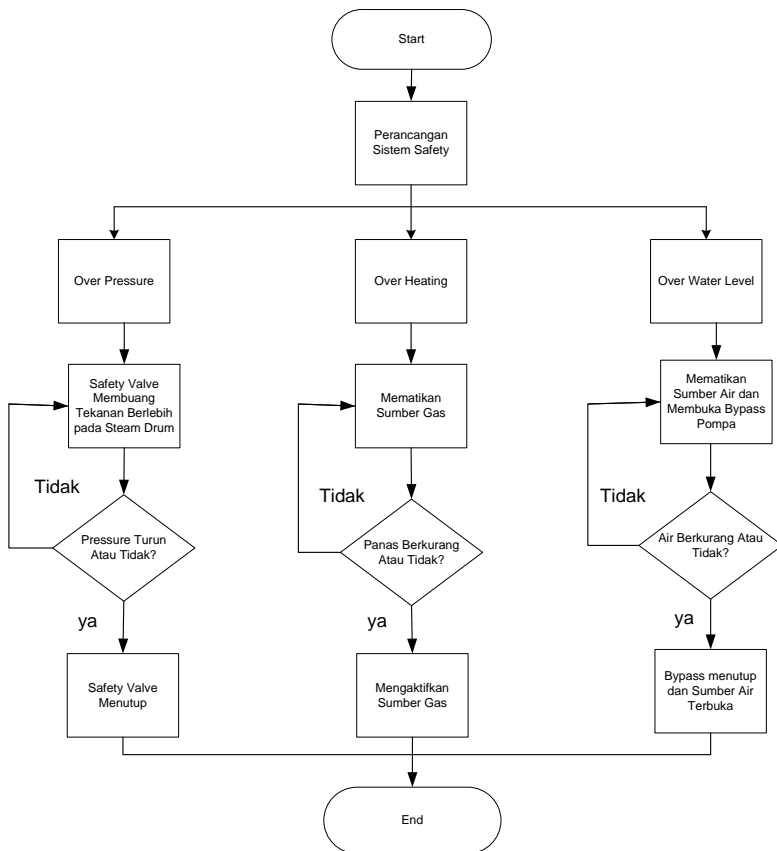
## BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1 *Flow chart/ Diagram Alir Pembuatan Alat*

Pada subbab ini dijelaskan mengenai prosedur tahapan dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan. Dengan *flowchart* dibawah ini



**Gambar 3.1** Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



**Gambar 3.2** Diagram Alir Skema Kerja Alat

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart*/diagram alir ini adalah sebagai berikut :

**a. Studi Literatur**

Dilakukan kajian terhadap metode-metode, konsep, atau teori yang terkait dengan penelitian yang dilakukan, baik yang

bersumber dari jurnal, laporan penelitian, maupun buku-buku yang memiliki bahasan yang sesuai dengan tema penelitian.

**b. Perancangan Alat**

Perancangan Alat. Dilakukan perancangan safety sistem pada pengendalian temperatur, level, dan pressure. Perancangan dilakukan dengan membuat desain mekanik alat serta pemrograman.

**c. Pembuatan Alat**

Pembuatan Alat, Dilakukan pembuatan safety sistem pada setiap pengendalian. Pertama safety temperature pada ruang bakar, safety level pada steam drum, dan safety pressure pada steam drum. Pembuatan safety sistem tersebut dilakukan dengan membuat Hardware dan software dari safety sistem, pembuatan hardware meliputi pembuatan mekanik alat dan pemrograman.

**d. Analisis Data**

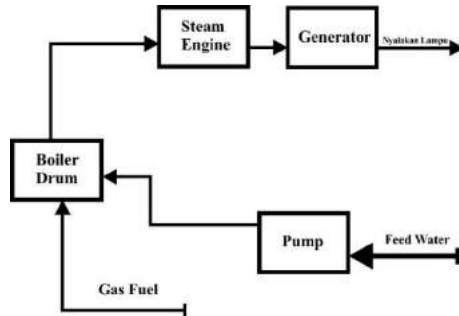
Tahap terakhir terdapat analisis data yang dihasilkan dari pembuatan safety sistem, percobaan titik ekstrim, dan permasalahan dalam plant yang kemudian dilakukan penarikan kesimpulan dari semua elemen yang mempengaruhi data tersebut.

### **3.2 Gambaran Umum Boiler**

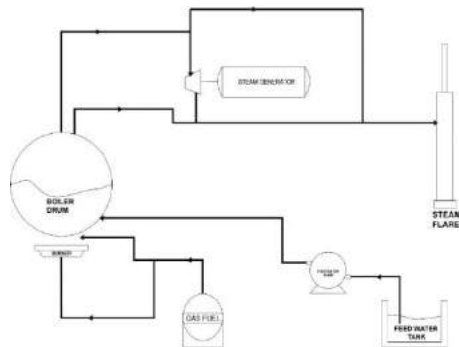
Boiler yang di gunakan pada tugas akhir ini adalah boiler dengan tipe water tube. Boiler yang terdapat serangkaian pipa-pipa yang didalamnya terdapat air, dan proses perapian terjadi diluar pipa.

Boiler yang dirancang mempunyai banyak proses yaitu mulai dari bahan yang digunakan air dari tangki *feedwater* yang menuju ke proses pembakaran agar nantinya air yang dipanaskan didalam *furnace* Boiler berubah menjadi uap bertekanan yang akan menggerakkan steam engine yang disambungkan dengan Generator Ampere yang menghasilkan Listrik untuk menyalakan outputan berupa lampu 5 watt.

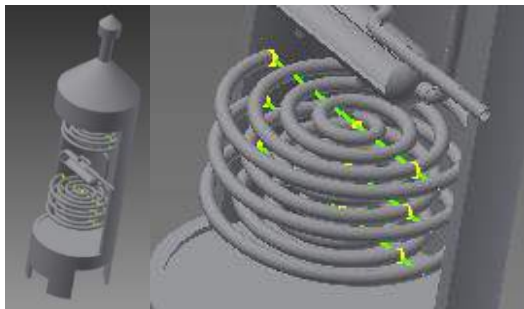




**Gambar 3.3** Block Function Diagram



**Gambar 3.4** Process Flow Diagram



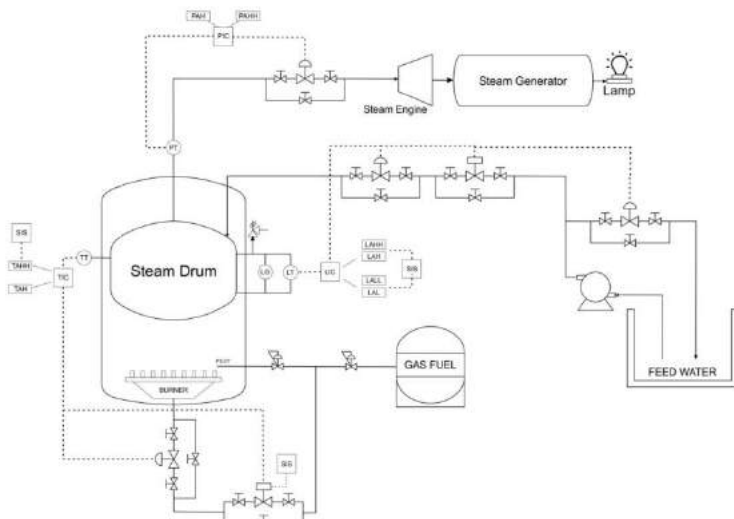
**Gambar 3.5** Design 3D

Proses boiler yang berawal dari air *feedwater* yang kemudian dialirkan ke *steam drum* pada *steam drum* ini terjadi pemisahan antara fase air dan fase uap, ketinggian air pada *steam drum* harus dijaga agar stabil sehingga terdapat sistem kontrol level pada *steam drum*, dan pada proses pembakaran juga terdapat sistem kontrol temperatur pada ruang bakar yang bertujuan untuk menyalahkan dan menghidupkan api secara otomatis.

Boiler yang dirancang membutuhkan temperatur didalam *furnace* yaitu  $\pm 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dapat menghasilkan *pressure steam output*  $\pm 2\text{ bar}$ . Pada tugas akhir ini digunakan *burner* dengan bahan bakar LPG 12 Kg. Design P&ID nya dapat dilihat pada gambar 3.6 P&ID.

### 3.3 Perancangan Safety Sistem pada Steam Plant

Pada gambar 3.6 merupakan P&ID dari boiler pada miniplant steam engine. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan safety sistem yang di tandai dengan lingkaran merah pada P&ID tersebut.



**Gambar 3.6 P&ID**

### 3.3.1 Safety Pressure Steam Drum

Safety pada Steam Drum ini menggunakan Safety Valve yang bertujuan untuk membuang tekanan berlebih. Safety Valve dapat diatur berapa maksimum tekanan yang diinginkan. Pada alat ini, Steam Drum diberi tekanan maksimal 4 bar. Jadi jika pada Steam Drum terbentuk tekanan lebih 4 bar maka secara manual akan membuangnya agar tekanan pada Steam Drum tetap menjadi 4 bar

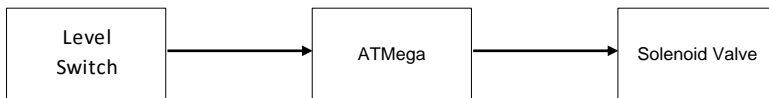


**Gambar 3.8** Skema Dalam Safety Valve

Gambar diatas merupakan bagian dalam dari Safety Valve yang dimana ada spring untuk menahan tekanan dari Steam Drum. Pada bagian paling atas terdapat Spring Adjuster yang digunakan untuk mengatur tekanan yang dibutuhkan dengan cara memutarnya sampai menemukan set poin yang diperlukan.

### 3.3.2 Safety Pressure Bypass

Berikut ini adalah Diagram blok Rancang Bangun Safety Sistem Pengendalian *Boiler* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

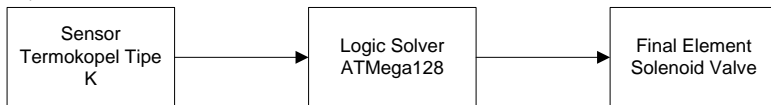


**Gambar 3.9** Diagram Blok Safety Pressure Bypass

Gambar 3.8 di atas adalah gambar diagram blok Safety sistem *untuk pressure* pada *Bypass* pompa. Dari gambar diatas untuk safety pressure menggunakan sensor Level Float Switch dengan prinsip pelampung. Sensor tersebut akan dihubungkan dengan logic solver berupa ATMega sebagai kontroller untuk proses safety tersebut. ATMega akan menerima sinyal dari sensor yang kemudian akan memerintah Final Element berupa Solenoid Valve yang kondisi awal menutup menjadi terbuka agar pompa tidak terjadi tekanan tinggi. Setelah float switch mencapai Set Point “medium” maka ATMega akan memerintahkan Solenoid Valve untuk menutup katupnya.

### 3.3.3 Safety Temperature

Berikut ini adalah Diagram blok Rancang Bangun Safety Sistem Pengendalian *Boiler* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



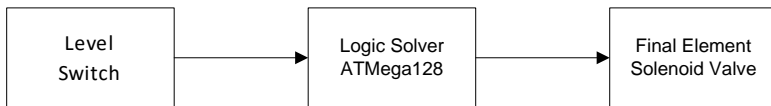
**Gambar 3.10** Diagram Blok Safety Temperatur

Gambar 3.9 di atas adalah gambar diagram blok Safety sistem *untuk temperature* pada *boiler*. Dari gambar diatas untuk safety temperature menggunakan sensor Thermocouple tipe K dengan range pengukuran  $-200^{\circ}\text{C}$  s/d  $1250^{\circ}\text{C}$ . Sensor tersebut akan dihubungkan dengan logic solver berupa ATMega128 sebagai kontroller untuk proses safety. ATMega128 akan menerima sinyal dari sensor yang kemudian akan memerintah Final Element berupa Solenoid Valve yang kondisi awal terbuka menjadi tertutup agar gas yang keluar dari LPG tersebut berhenti mengalir sehingga api akan menjadi padam. Set point untuk aktifnya safety yaitu sebesar  $125^{\circ}\text{C}$ . Setelah temperatur kembali

berada di bawah 125 °C, maka Solenoid Valve akan membuka kembali agar api kembali menyala.

### 3.3.4 Safety Level

Berikut ini adalah Diagram blok Rancang Bangun Safety Sistem Pengendalian *Boiler* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 3.11** Diagram Blok Safety Level

Gambar 3.10 di atas adalah gambar diagram blok Safety sistem *untuk* level pada *boiler*. Dari gambar diatas untuk safety temperature menggunakan sensor Kapasitif. Sensor tersebut akan mendeteksi ketinggian air pada steam drum yang dihubungkan dengan logic solver berupa ATmega sebagai kontroller untuk proses safety. ATmega akan menerima sinyal dari sensor yang kemudian akan memerintah Final Element berupa Solenoid Valve yang kondisi awal terbuka menjadi tertutup agar air yang dipompa dari feedwater tersebut berhenti mengalir sehingga air berhenti mengalir. Set point untuk aktifnya safety yaitu 20 cm. Setelah volume dari steam drum kembali berada di bawah 11 cm, maka Solenoid Valve akan membuka kembali agar air dapat mengalir kembali.

Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam perancangan Sistem Pengendalian Temperatur di burner boiler adalah sebagai berikut :

- Sensor : Merupakan elemen yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan. Berfungsi mensizing *input* yang telah masuk. Sensor yang digunakan berupa sensor termokopel type K dengan input berupa nyala api berbahan bakar LPG yang diletakkan pada steam drum, sensor Kafflicko dengan input

perupa tekanan pada steam drum yang diletakkan pada pipa menuju generator, dan sensor Kapasitif dengan input berupa ketinggian air yang diletakkan pada area steam drum.

- *Controller* : Merupakan elemen yang melakukan tahapan mengukur - membandingkan- menghitung - mengkoreksi. Berfungsi untuk menerima data ADC yang nantinya akan dikirim ke Final Element dan selanjutnya akan diolah menjadi data Safety. *Controller* yang digunakan pada sistem pengendalian temperature ini adalah ATmega
- Aktuator: Merupakan elemen bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable*, berdasarkan perintah pengendali. Aktuator yang digunakan pada safety sistem ini adalah *solenoid valve*, yang nantinya mengatur beban berlebih pada ketiga variable.

### 3.4 Perancangan Software

Pada pembuatan tugas akhir ini dibuat *software* penunjang untuk sistem pengendalian, *software* yang digunakan adalah CV AVR. Perancangan software lainnya menggunakan Proteus 8 dimulai dari pemrograman sensor pada ATmega kemudian akan di masukkan nilai set point. Sensor akan membaca dan akan menghasilkan error, dari error tersebut data diolah untuk menentukan pada setpoint berupa Solenoid Valve terbuka dan menutup yang digerakkan atau dilakukan oleh pergerakan motor sampai setpoint terpenuhi untuk nilai yang diinginkan. Gambar 3.12 merupakan rangkaian relay yang akan disambung oleh solenoid valve dengan sumber listrik AC. Untuk mengaktifkan solenoid valve yaitu dengan memicu relay tersebut dengan menekan switch sebagai pengganti sensor. Terdapat dua limit switch yaitu kondisi saat High dan kondisi saat Low yang diibaratkan kondisi pada plant sebenarnya



## **BAB IV**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Pengujian Safety Sistem Pada Boiler**

Berikut merupakan pengujian Safety Sistem pada Steam Plant untuk pembangkit listrik tenaga uap.

##### **4.1.1 Kerangka Alat Beserta Peletakan Sensor**

Gambar di bawah ini merupakan kerangka dari pembangkit listrik tenaga uap yang memiliki tinggi ruang bakar yaitu 100 cm dan jari-jari 50 cm yang di bungkus dengan plat berbentuk tabung dan dibungkus lagi dengan ruang persegi panjang.



**Gambar 4.1** Kerangka Boler Steam Plant

Kemudian di dalam ruang bakar terdapat pipa terbuat dari stainless steel yang memiliki panjang 8 meter dengan ukuran 0,5 dim. Pipa tersebut berbentuk coil yang ditengahnya terdapat steam drum seperti pada gambar di bawah ini.





**Gambar 4.2** Pipa Dalam Furnace

Pada sistem safety pada boiler steam engine menggunakan sensor termokopel tipe K dan level switch. Sensor termokopel tipe K mempunyai range pengukuran sebesar 0-400 °C, sensor level switch bekerja seperti saklar (on/off). Sensor termokopel k dipasang pada lingkaran merah pada gambar 4.2, yang kemudian ditarik kabel yang disambungkan ke mikrokontroller Atmega pada panel, yang kemudian akan memberikan perintah pada aktuator yang berupa *solenoid valve* untuk menutup sumber gas ketika suhu diatas 300 °C, yang kemudian sumber akan terbuka kembali ketika suhu berada di bawah 250 °C. Berikut ini merupakan peletakan sensor termokopel baut tipe K pada ruang bakar boiler



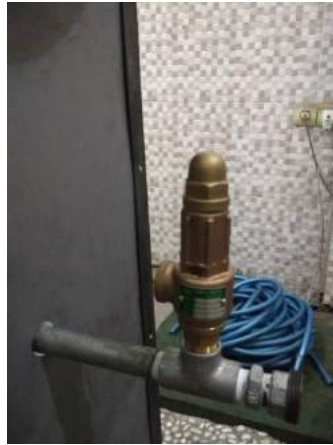
**Gambar 4.3** Peletakan Sensor Termokopel K

Kemudian untuk sensor level switch dipasang pada lingkaran merah pada gambar 4.2, yang kemudian ditarik kabel yang disambungkan ke mikrokontroller Atmega pada panel, yang kemudian akan memberikan perintah pada aktuator yang berupa *solenoid valve* untuk menutup sumber air dari feed water. ketika air telah menyentuh level switch bertepatan paling atas, sumber air dari feed water akan tertutup. Ketika valve tertutup, maka akan membuka bypass pompa dengan menggunakan aktuator solenoid valve, sehingga sistem pompa tidak terganggu dengan adanya penutupan valve akibat level yang melebihi *set point*. Berikut ini merupakan peletakan sensor level switch pada steam drum.



**Gambar 4.4** Peletakan Sensor Level Switch

Untuk sistem safety pressure pada steam drum akan dipasang *Safety Valve* yang akan diatur tekanan maksimal pada valve menjadi 3,5 bar. Ketika tekanan menjadi lebih dari 3,5 bar maka *safety valve* secara mekanik akan membuang tekanan berlebih



**Gambar 4.5** Pemasangan Safety Valve



**Gambar 4.6** Uji Safety Valve I

Gambar diatas yaitu melakukan kegiatan pembuktian bahwa safety valve diatas dapat menahan tekanan hingga 3,5 bar. Setelah tekanan lebih dari 3,5 maka tekanan berlebih tersebut akan terbuang, yang dapat menstabilkan tekanan dalam steam drum stabil 3,5 bar

**Tabel 4.1** Uji Safety Valve

No.	Waktu (Detik)	Pressure (bar)	Safety Valve
1	00:00	0	Close
2	00:04	0,5	Close
3	00:07	1	Close
4	00:14	1,5	Close
5	00:21	2	Close
6	00:29	2,5	Close
7	00:34	3	Close
8	00:44	3,5	Open

Pada tabel diatas didapatkan data perupa bukaan Safety Valve dengan menggunakan kompresor. Dimana kompresor disambungkan ke safety valve yang diuji dari 0 bar hingga mencapai set poin yaitu 3,5 bar. Setelah mencapai set poin 3,5 bar, maka safety valve akan terbuka secara mekanik seperti pada gambar 4.7 dibawah ini. Dimana terlihat sehelai tisu sebagai indikasi bahwa safety valve sudah mengeluarkan angin berlebih.



**Gambar 4.7** Uji Safety Valve II

#### 4.1.2 Pengujian Sistem Safety Temperatur

Pengujian sistem safety pada temperatur yaitu dengan percobaan titik ekstrim dengan sengaja supaya membuat safety sistem tersebut dapat bekerja.

Berikut adalah data berupa tabel yang terdiri dari pembacaan sensor termokopel k berupa suhu yang diambil dari tampilan LCD 20x4 di boiler, setiap kenaikan 5 detik :

**Tabel 4.2** Pengukuran Suhu Mencapai Titik Ekstrim

No	Waktu	Temperatur	Solenoid Valve
1	0:00:20	38	on
2	0:00:40	45	on
3	0:01:00	38	on
4	0:01:20	45	on
5	0:01:40	48	on
6	0:02:00	51	on
7	0:02:20	53	on
8	0:02:40	56	on
9	0:03:00	64	on
10	0:03:20	68	on
11	0:03:40	66	on
12	0:04:00	67	on
13	0:04:20	72	on
14	0:04:40	72	on
15	0:05:00	72	on
16	0:05:20	75	on
17	0:05:40	80	on
18	0:06:00	88	on
19	0:06:20	94	on
20	0:06:40	91	on
21	0:07:00	93	on
22	0:07:20	99	on
23	0:07:40	103	on
24	0:08:00	105	on
25	0:08:20	102	on
26	0:08:40	106	on

No.	Waktu	Temperatur	Solenoid Valve
27	0:09:00	108	on
28	0:09:20	109	on
29	0:09:40	113	on
30	0:10:00	106	on
31	0:10:20	107	on
32	0:10:40	109	on
33	0:11:00	110	on
34	0:11:20	110	on
35	0:11:40	109	on
36	0:12:00	110	on
37	0:12:20	111	on
38	0:12:40	112	on
39	0:13:00	113	on
40	0:13:20	114	on
41	0:13:40	116	on
42	0:14:00	118	on
43	0:14:20	121	on
44	0:14:40	125	off
45	0:15:00	127	off
46	0:15:20	130	off

Dari data tersebut menunjukkan bahwa Solenoid Valve akan menutup sumber ketika suhu lebih dari 125°C. Gas dari LPG tidak dapat mengalir untuk menyalakan api sehingga suhu perlahan menurun sehingga mencapai 110°C yang dimana solenoid valve tersebut akan terbuka kembali.

Penentuan set poin suhu diatas ialah berdasarkan datasheet sensor pressure pada plant ini. Sensor tekanan dapat bekerja secara optimal bila suhu berada di bawah 120°C. Jika suhu berada diatas 120°C maka pembacaan akan tidak stabil yang akan membuat pengendalian pressure tidak berjalan optimal. Gambar di bawah ini merupakan datasheet dari sensor Pressure:

Spesifikasi	Kategori	Elektronik Lainnya
	Berat	150 gram
Deskripsi	<p>Feature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Brand new pressure transducer. Stainless steel body, with high quality ceramic pressure chip</li> <li>-Input: 0-500 psi</li> <li>-Output: 0.5V-4.5V air voltage output, 0 psi outputs 0.5V, 250 psi outputs 2.5V, 500 psi outputs 4.5V</li> <li>-Works for oil, fuel, water or air pressure. Can be used in oil tank, gas tank, etc.</li> <li>-Accuracy: within 2% of reading (full scale).</li> <li>-Thread: 1/8-27 NPT.</li> <li>-Wiring connector: water sealed quick disconnect.</li> <li>-Mating connector is included.</li> <li>-Wiring: Red for +5V, Black for ground, White for signal output.</li> <li>-Overload Capacity: 2-4 times.</li> <li>-Working Temperature: -40+120C.</li> <li>-Compensation Temperature: -20+80C.</li> <li>-Protection Class: IP67.</li> <li>-It is an advance pressure sender than traditional mechanical pressure sender.</li> <li>-Our material is using top of 316 stainless steel (not 304) and high temperature auto-graded plastic.</li> </ul> <p>Package included</p> <p>1*500 psi Pressure transducer</p>	

**Gambar 4.8** Datasheet Pessure Transmitter

#### 4.1.3 Pengujian Safety Level

Pengujian sistem safety pada temperatur yaitu dengan percobaan titik ekstrim dengan sengaja supaya membuat safety sistem tersebut dapat bekerja.

Berikut adalah data berupa tabel yang terdiri dari pembacaan sensor termokopel k berupa suhu yang diambil dari tampilan LCD 20x4 di boiler.

**Tabel 4.3** Pengukuran Level Mencapai Titik Ekstrim

Waktu (s)	Level (cm)	Solenoid Inlet	Solenoid Bypass	Status
5	8	on	off	LOW
10	9	on	off	LOW
15	10	on	off	LOW
20	10	on	off	LOW
25	10	on	off	LOW
30	10	on	off	LOW
35	10	on	off	LOW
40	11	on	off	MIDDLE
45	11	on	off	MIDDLE

<b>Waktu (s)</b>	<b>Level (cm)</b>	<b>Solenoid Inlet</b>	<b>Solenoid Bypass</b>	<b>Status</b>
50	11	on	off	MIDDLE
55	11,5	on	off	MIDDLE
60	11,5	on	off	MIDDLE
65	11,5	on	off	MIDDLE
70	12	on	off	MIDDLE
75	12	on	off	MIDDLE
80	12	on	off	MIDDLE
85	12	on	off	MIDDLE
90	12	on	off	MIDDLE
95	12,5	on	off	MIDDLE
100	13	on	off	MIDDLE
105	13	on	off	MIDDLE
110	13	on	off	MIDDLE
115	13	on	off	MIDDLE
120	13	on	off	MIDDLE
125	13,5	on	off	MIDDLE
130	13,5	on	off	MIDDLE
135	13,5	on	off	MIDDLE
140	13,5	on	off	MIDDLE
145	13,5	on	off	MIDDLE
150	14	on	off	MIDDLE
155	14	on	off	MIDDLE
160	14	on	off	MIDDLE
165	14	on	off	MIDDLE
170	14	on	off	MIDDLE
175	14,5	on	on	HIGH
180	14,5	on	on	HIGH
185	15	on	on	HIGH



<b>Waktu (s)</b>	<b>Level (cm)</b>	<b>Solenoid Inlet</b>	<b>Solenoid Bypass</b>	<b>Status</b>
190	15	on	on	HIGH
195	15	on	on	HIGH
200	15	on	on	HIGH
205	15	on	on	HIGH
210	15,5	on	on	HIGH
215	16	on	on	HIGH
220	16	on	on	HIGH
225	16	on	on	HIGH
230	16	on	on	HIGH
235	16	on	on	HIGH
270	16,5	on	on	HIGH
275	16,5	on	on	HIGH
280	17	on	on	HIGH
285	17	on	on	HIGH
290	17	on	on	HIGH
295	17,5	on	on	HIGH
300	17,5	on	on	HIGH
305	17,5	on	on	HIGH
310	18	on	on	HIGH
315	18	on	on	HIGH
320	18,5	on	on	HIGH
325	19	on	on	HIGH
330	19,5	on	on	HIGH
335	20	off	on	DANGER

Dari data tersebut menunjukkan bahwa Solenoid Valve akan menutup sumber ketika air sudah mengangkat pelampung level switch yaitu tepat pada ketinggian 20 cm. Air dari feed water tidak dapat mengalir untuk mengisi steam drum sehingga air perlahan menurun akibat pemanasan sehingga

mencapai kondisi high yang dimana solenoid valve tersebut akan terbuka kembali.

Pengaturan safety level pada ketinggian 20 cm yaitu bertujuan agar air pada steam drum tidak keluar dan masuk ke dalam tangki penyimpanan uap dan masuk ke dalam steam engine yang dapat menahan perputaran dari steam engine. Sehingga tidak dapat memutar alternator. Sedangkan untuk ketinggian 23 cm air akan keluar dan masuk kedalam proses pengendalian tekanan. Dapat dilihat pada **Gambar 4.8** yang menunjukkan jarak antara titik “Danger” lingkaran meah bawah dan Titik dimana air dapat keluar yaitu ditandai pada lingkaran merah atas.



**Gambar 4.9** Penunjukan Level Glass

## 4.2 Pembahasan

Pada tugas akhir ini telah dirancang safety sistem boiler di mini plant steam engine. Safety sistem ini bertujuan untuk menjaga kestabilan air, temperatur, dan pressure pada boiler agar tetap dalam kondisi aman. Sensor yang digunakan adalah sensor level float switch dan termokopel tipe K untuk temperatur. Menggunakan mikrokontroler ATmega32 sebagai kontroler. Safety sistem tersebut memberikan aksi pada Solenoid Valve untuk membuka dan menutup valve. Terdapat

pula Safety Valve untuk membuang tekanan berlebih yang bertujuan untuk menstabilkan tekanan di steam drum agar berada di bawah 3,5 bar. Ketika suhu di atas tekanan tersebut, maka uap keluar lewat lubang valve tersebut.

Safety sistem pada temperatur steam engine boiler pada power plant ini memiliki set poin  $125^{\circ}\text{C}$ . Solenoid valve ini bekerja berdasarkan besarnya temperature yang berada di ruang bakar dan bekerja dengan 2 kondisi. Pengujian safety system ini dilakukan dengan mencapai titik ekstrim. Dengan cara menutup valve pengendalian dan membuka jalur bypass pada setiap MOV. Dalam hal ini kedua alat ukur mempunyai fungsi yang sama yaitu untuk mengukur temperature. Dari tabel diatas dapat kita tahu bahwa safety akan aktif ketika suhu lebih dari  $125^{\circ}$  dan safety akan mati kembali ketika suhu berada di bawah  $110^{\circ}$ .

Kemudian safety system pada level sama halnya melakukan dengan mencapai titik danger, yaitu 20 cm. Ketika float switch terangkat oleh air pada ketinggian tersebut, maka solenoid valve akan menutup sumber dan akan membuka system bypass untuk membalikkan air ke sumbernya agar tidak merusak pompa jika sumber telah ditutup.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan alat dan alat data yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Telah berhasil dirancang sistem safety temperatur Boiler Steam Plant berbahan bakar LPG pada Power Plant dengan variabel yang terdapat safety sistem yaitu level, temperatur, dan pressure
- b. Safety sistem pada temperature menggunakan sensor termokopel, Atmega sebagai kontroller, solenoid valve sebagai penutup nyala api burner dengan bahan bakar LPG (*liquid preroleum gas*) dengan set point high temperatur 125°C
- c. Safety sistem pada level menggunakan sensor Level Switch, Atmega sebagai kontroller, solenoid valve sebagai penutup sumber air dari tangki feed water dengan set point high level 20 cm
- d. Safety sistem pada pressure menggunakan Safety Valve untuk membuang tekanan berlebih yang telah diatur pada set poin 3,5 bar.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan perancangan alat dan alat data yang telah dilakukan didapatkan beberapa Saran sebagai berikut :

- a. Safety system selalu di periksa sebelum running alat dengan mengisi level steam drum mencapai danger terlebih dahulu, kemudian memanaskan termokopel hingga 125°C cadangan yang di sambungkan pada terminal panel box untuk memastikan safety masih berfungsi atau tidak
- b. Untuk memilih spesifikasi sensor, aktuator, dan komponen lainnya dengan *high quality* dikarenakan suhu pada plant ini termasuk tinggi agar komponen tidak cepat mudah rusak dan bekerja sesuai kendali.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. ESDM. 2014. “Data Kecelakaan Migas,”
- [2] Supriatna, Piping. 2003. *Sistem Kontrol temperature untuk Termokopel Chromel Alumel*. Serpong
- [3] Setyawan, Angga. 2007. *Perancangan Sitem Pengendalian Temperatur pada Superheater Steam dengan metode Fuzzy Logic Control di PLTU Unit Pembangkit Gresik*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] Hartono, Thomas, Sani. 2008. Sistem Pengisi Dan Pengatur Tekanan Udara Ban Mobil Secara Otomatis Dengan Mikrokontroler. Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumanagara
- [5] Rocky, Dedi. 2015. Prototipe Sistem Keran Air Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter Pada Gedung Bertingkat. Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Mipa Universitas Tanjungpura
- [6] Marszal, E. et al. 2014. **PHA, LOPA, and QRA**. URL:<http://www.kenexis.com>
- [7] Lassen, C. A. 2008. **Layer of protection analysis (LOPA) for determination of safety integrity level (SIL)**. Norwegian: The Norwegian University of Science and Technology
- [8] Hatch, D. dan Stauffer, T. 2009. **Operators on Alert**. URL:<http://www.isa.org>

- [9] Supriatna, Piping. 2003. *Sistem Kontrol temperature untuk Termokopel Chromel Alumel*. Serpong
- [10] Share ITS. 2013. *Sistem Kendali (Control Sistem)*. Surabaya :Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [11] Depari, Ganti. 2003. Belajar Teori dan Keterampilan Elektronika. Bandung:PT. Elex Media Computindo.
- [12] Yogi, Rini. 2012. Rancangan Media Pembelajaran Pengenalan Huruf Dan Angka Bagi Pendidikan Taman Kanak-Kanak Didukung Mikrokontroler Atmega128 Dan Ic Suara Isd25120 Dilengkapi Display Dot Matrix. Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
- [13] Slamet. 2010. Sensor Ultrasonik SRF05 Sebagai Pemantau Kecepatan Kendaraan Bermotor. ISI AKPRIND Yogyakarta

## **LAMPIRAN A**

(Listing Program)

```
#include <mega32.h>

#include <delay.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Declare your global variables here

#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)

// USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 8
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];

#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index=0,rx_rd_index=0;
#else
unsigned int rx_wr_index=0,rx_rd_index=0;
#endif

#if RX_BUFFER_SIZE < 256
unsigned char rx_counter=0;
#else
unsigned int rx_counter=0;
#endif
```



```

// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;

// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
    char status,data;
    status=UCSRA;
    data=UDR;
    if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0)
    {
        rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
#ifdef RX_BUFFER_SIZE == 256
        // special case for receiver buffer size=256
        if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
#else
        if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
        if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
        {
            rx_counter=0;
            rx_buffer_overflow=1;
        }
#endif
    }
}

#ifdef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
}

```

```

#if RX_BUFFER_SIZE != 256
if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
#endif
#asm("cli")
--rx_counter;
#asm("sei")
return data;
}
#pragma used-
#endif

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

// Voltage Reference: AREF pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) |
(0<<ADLAR))

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input
    voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=(1<<ADSC);
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
    ADCSRA|=(1<<ADIF);
    return ADCW;
}

// SPI functions
#include <spi.h>
#define SPI_enable      PORTB.4

```

```
#define buzzer          PORTD.3
#define mov_pressure_close PORTD.6
#define mov_pressure_open PORTD.4
#define mov_gas_close   PORTD.5
#define mov_gas_open    PORTD.7
#define mov_air_close   PORTC.3
#define mov_air_open    PORTD.2
```

```
#define s_water_inlet   PORTB.2
#define s_gas           PORTB.1
#define s_water_outlet  PORTB.3
```

```
#define read_adcFs_down  read_adc(5)
#define read_adcFs_up    read_adc(6)
#define read_adcFs_danger read_adc(7)
```

```
#define read_adcPressure read_adc(0)
#define delay_perc       1000
```

```
#define on    1
#define off   0
```

```
void mov_pressure(int condition_pressure);
void mov_gas(int condition_gas);
void mov_water(int condition_water);
void read_temperature();
void read_pressure();
void read_level();
```

```
int mov1_deg = 0, mov2_deg = 0, mov3_deg = 0;
int n = 0, level_up, level_down, level_danger;
int satuan, koma;
float read_volt, read_real, read_psi, pressure_bar,
filter_data;
```

```

unsigned int pressure;
unsigned char display[21];
unsigned result, suhu;
unsigned char level;

```

```

void main(void)

```

```

{

```

```

// Declare your local variables here

```

```

// Port A initialization

```

```

DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4)
| (0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) |
(0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2) |
(0<<PORTA1) | (0<<PORTA0);

```

```

// Port B initialization

```

```

DDRB=(1<<DDB7) | (0<<DDB6) | (1<<DDB5) | (1<<DDB4)
| (1<<DDB3) | (1<<DDB2) | (1<<DDB1) | (1<<DDB0);
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |
(0<<PORTB4) | (1<<PORTB3) | (1<<PORTB2) |
(1<<PORTB1) | (1<<PORTB0);

```

```

// Port C initialization

```

```

DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4)
| (1<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);
PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) |
(0<<PORTC4) | (1<<PORTC3) | (0<<PORTC2) |
(0<<PORTC1) | (0<<PORTC0);

```

```

// Port D initialization

```

```

DDRD=(1<<DDD7) | (1<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4)
| (1<<DDD3) | (1<<DDD2) | (1<<DDD1) | (0<<DDD0);
PORTD=(1<<PORTD7) | (1<<PORTD6) | (1<<PORTD5) |
(1<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (1<<PORTD2) |
(0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);

```

```

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=(0<<WGM00) | (0<<COM01) | (0<<COM00) |
(0<<WGM01) | (0<<CS02) | (0<<CS01) | (0<<CS00);
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Disconnected
// OC1B output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) |
(0<<COM1B0) | (0<<WGM11) | (0<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) |
(0<<WGM12) | (0<<CS12) | (0<<CS11) | (0<<CS10);
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

```

```

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0<<AS2;
TCCR2=(0<<PWM2) | (0<<COM21) | (0<<COM20) |
(0<<CTC2) | (0<<CS22) | (0<<CS21) | (0<<CS20);
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) |
(0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) | (0<<OCIE0) |
(0<<TOIE0);

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) |
(0<<ISC00);
MCUCSR=(0<<ISC2);

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x08;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x4D;

```

```

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is
// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) |
(0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) |
(0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (1<<ADPS2) | (0<<ADPS1) |
(0<<ADPS0);
SFIOR=(0<<ADTS2) | (0<<ADTS1) | (0<<ADTS0);

// SPI initialization
// SPI Type: Master
// SPI Clock Rate: 3000.000 kHz
// SPI Clock Phase: Cycle Start
// SPI Clock Polarity: Low
// SPI Data Order: MSB First
SPCR=(0<<SPIE) | (1<<SPE) | (0<<DORD) | (1<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);
SPSR=(0<<SPI2X);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) |
(0<<TWEN) | (0<<TWIE);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the

```

```
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric
LCD menu:
```

```
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 20
lcd_init(20);
```

```
// Global enable interrupts
#asm("sei")
```

```
delay_ms(2000);
mov_gas_close = 0;
mov_air_close = 0;
mov_pressure_close = 0;
delay_ms(5000);
mov_gas_close = 1;
mov_air_close = 1;
mov_pressure_close = 1;
```

```
while (1)
{
    // Place your code here
    read_temperature();
    read_pressure();
    read_level();
}
}
```

```
void read_level(){
    if(read_adcFs_down > 500)    level_down = 1;    else
    level_down = 0;
```



```

    if(read_adcFs_up > 500)    level_up = 1;    else
level_up = 0;
    if(read_adcFs_danger > 500)    level_danger = 1;    else
level_danger = 0;

```

```

if(level_danger == 1 && level_up == 1 && level_down ==
1){
    level = 'D';
    delay_ms(500);
    s_water_inlet = 1;    //SOLENOID CLOSE
    delay_ms(500);
    s_water_outlet = 0;    //SOLENOID ON
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("LEVEL = DANGER  ");
    buzzer = 1;
}else if(mov2_deg > 20){
    if(suhu < 125){
        buzzer = 0;
    }
    level = 'A';
    s_water_inlet = 0;    //SOLENOID OPEN
    s_water_outlet = 1;    //SOLENOID CLOSE
    delay_ms(100);
}

```

```

if(level_up == 1 && level_down == 1){
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("LEVEL = HIGH  ");
    if(mov2_deg > 0){
        mov_water(1);    //MOV CLOSE
        mov_water(3);
    }
    if(mov2_deg <= 0){
        mov_water(3);    //MOV NO OPERATION
    }
}

```

```

        s_water_outlet = 0;
    }else{
        s_water_outlet = 1;
    }
}
}else if(level_down == 0){
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("LEVEL = LOW    ");
    if(mov2_deg < 100){
        mov_water(2); //MOV OPEN
        mov_water(3);
    }
    if(mov2_deg >= 100){
        mov_water(3); //MOV NO OPERATION
    }
}

}else if(level_down == 1){
    lcd_gotoxy(0,2);
    lcd_putsf("LEVEL = MIDDLE  ");
    s_water_outlet = 1;
    s_water_inlet = 0;
    if(mov2_deg > 50){
        mov_water(1); //MOV CLOSE
        mov_water(3);
    }
    if(mov2_deg < 50){
        mov_water(2); //MOV OPEN
        mov_water(3);
    }
    if(mov2_deg == 50){
        mov_water(3); //MOV NO OPERATION
    }
}

}

}

```

```

void read_temperature(){

    SPI_enable = 0;
    result = (unsigned)spi(0)<<8;
    result |= spi(0);
    SPI_enable = 1;
    result = (unsigned)((((unsigned long)result*5000)/4096L);
    satuan = result/40;
    koma = result%40;
    suhu = satuan;
    sprintf(display,"SUHU = %d,%d C   ",satuan, koma);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(display);

    if(suhu > 125){    //DANGER
        s_gas = 1;
        delay_ms(100);
        buzzer = 1;
    }else if(suhu < 115){
        s_gas = 0;
        delay_ms(100);
        if(level != 'D'){
            buzzer = 0;
        }
    }
}

if(suhu < 60){
    if(mov1_deg < 40){
        mov_gas(2);    //MOV OPEN
        mov_gas(3);
    }
}else if(suhu < 80){
    if(mov1_deg < 80){
        mov_gas(2);    //MOV OPEN
        mov_gas(3);
    }
}

```

```

}else if(suhu < 100){
    if(mov1_deg < 100){
        mov_gas(2);    //MOV OPEN
        mov_gas(3);
    }
}else if(suhu > 115){
    if(mov1_deg > 10){
        mov_gas(1);    //MOV CLOSE
        mov_gas(3);
    }
    if(mov1_deg <= 10){
        if(mov1_deg != 0){
            mov_gas(1);    //MOV CLOSE
            delay_ms(2000);
            mov_gas(3);
        }else{
            mov_gas(3);
        }
    }
}
}else if(suhu > 100 && suhu < 115){
    mov_gas(3);
}
}

```

```

void read_pressure(){
    filter_data = 0;
    n = 0;
    while(n<10){
        read_volt = read_adcPressure/1023.0 * 5.0;
        read_real = read_volt/10.0;    // konversi ke nilai
        tegangan real sebelum penguatan
        read_psi = read_real/0.008;    // 0.008 didapat dari
        perhitungan 1 psi = 8mV
        pressure_bar = read_psi*6.89475728; // 6,89475728
        didapat dari konversi 1 psi = 6,89475728 kPa
        filter_data += pressure_bar;
    }
}

```

```

    delay_ms(50); ++n;
}
pressure = filter_data/10.0;
sprintf(display,"PRESSURE:%3d kPa  ",pressure);
lcd_gotoxy(0,1);  lcd_puts(display);

if(pressure < 90){
    if(mov3_deg < 100)
    {
        mov_pressure(2);  //MOV OPEN
        mov_pressure(3);
    }
} else if(pressure > 100){
    if(mov3_deg > 10){
        mov_pressure(1);  //MOV CLOSE
        mov_pressure(3);
    }
} else if(pressure >= 90 && pressure <= 100){
    mov_pressure(3);
}
}

void mov_gas(int condition_gas){
    if(condition_gas == 1){ //MOV CLOSE
        mov_gas_close = 0;
        mov_gas_open = 1;
        mov1_deg -= 10;
        delay_ms(250);
    }
    if(condition_gas == 2){ //MOV OPEN
        mov_gas_close = 1;
        mov_gas_open = 0;
        mov1_deg += 10;
        delay_ms(250);
    }
    if(condition_gas == 3){ //MOV no operation

```

```

        mov_gas_close = 1;
        mov_gas_open = 1;
    }
    sprintf(display,"M1:%3d",mov1_deg);
    lcd_gotoxy(0,3);  lcd_puts(display);
}

void mov_water(int condition_water){
    if(condition_water == 1){ //MOV CLOSE
        mov_air_close = 0;
        mov_air_open = 1;
        mov2_deg -= 10;
        delay_ms(250);
    }
    if(condition_water == 2){ //MOV OPEN
        mov_air_close = 1;
        mov_air_open = 0;
        mov2_deg += 10;
        delay_ms(250);
    }
    if(condition_water == 3){ //MOV no operation
        mov_air_close = 1;
        mov_air_open = 1;
    }
    sprintf(display,"M2:%3d",mov2_deg);
    lcd_gotoxy(7,3);  lcd_puts(display);
}

void mov_pressure(int condition_pressure){
    if(condition_pressure == 1){ //MOV CLOSE
        mov_pressure_close = 0;
        mov_pressure_open = 1;
        mov3_deg -= 10;
        delay_ms(250);
    }
    if(condition_pressure == 2){ //MOV OPEN

```

```
    mov_pressure_close = 1;
    mov_pressure_open  = 0;
    mov3_deg += 10;
    delay_ms(250);
}
if(condition_pressure == 3){ //MOV no operation
    mov_pressure_close = 1;
    mov_pressure_open  = 1;
}
sprintf(display,"M3:%3d",mov3_deg);
lcd_gotoxy(14,3);  lcd_puts(display);
}
```

# LAMPIRAN B (Datasheet)

## • Датасет Sensor Termokopel K

### MAXIMUM TEMPERATURE RANGE

Thermocouple Grade  
- 228 to 2262°F

- 200 to 1250°C

Extension Grade  
32 to 362°F

0 to 200°C

LIMITS OF ERROR  
(whichever is greater)

Standard: 2.2°C or 0.75% Above 0°C

2.2°C or 2.0% Below 0°C

Special: 1.1°C or 0.4%

COMMENTS, BARE WIRE ENVIRONMENT:

Clean Oxidizing and Inert; Limited Use in

Vacuum or Reducing; Wide Temperature

Range; Most Popular Calibration

TEMPERATURE IN DEGREES °C

REFERENCE JUNCTION AT 0°C



Nickel-Chromium  
vs.  
Nickel-Aluminum



Thermocouple  
Grade

Revised Thermocouple  
Reference Tables

TYPE  
K  
Reference  
Tables  
N.I.S.T.  
Monograph 175  
Revised to  
ITS-90

Thermoelectric Voltage in Millivolts

°C	-10	-8	-6	-4	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
-200	6.426	6.427	6.428	6.429	6.430	6.431	6.432	6.433	6.434	6.435	6.436	6.437	6.438	6.439	6.440	6.441	6.442	-200
-180	6.441	6.436	6.430	6.423	6.416	6.409	6.402	6.395	6.388	6.381	6.374	6.367	6.360	6.353	6.346	6.339	6.332	-180
-160	6.404	6.399	6.393	6.386	6.380	6.373	6.367	6.360	6.353	6.346	6.339	6.332	6.325	6.318	6.311	6.304	6.297	-160
-140	6.344	6.337	6.329	6.322	6.314	6.306	6.298	6.290	6.282	6.274	6.266	6.258	6.250	6.242	6.234	6.226	6.218	-140
-120	6.262	6.252	6.243	6.233	6.223	6.213	6.202	6.192	6.181	6.170	6.159	6.148	6.137	6.125	6.113	6.101	6.089	-120
-100	6.158	6.147	6.135	6.123	6.111	6.099	6.087	6.074	6.061	6.048	6.035	6.022	6.009	5.995	5.982	5.968	5.954	-100
-80	6.035	6.021	6.007	5.994	5.980	5.965	5.951	5.936	5.922	5.907	5.892	5.877	5.862	5.847	5.832	5.817	5.802	-80
-60	5.891	5.876	5.861	5.845	5.829	5.813	5.797	5.780	5.763	5.747	5.730	5.713	5.696	5.679	5.662	5.645	5.628	-60
-40	5.730	5.713	5.695	5.676	5.656	5.636	5.615	5.594	5.573	5.551	5.529	5.506	5.483	5.460	5.437	5.414	5.391	-40
-20	5.550	5.531	5.512	5.493	5.474	5.454	5.434	5.413	5.392	5.371	5.350	5.328	5.306	5.284	5.262	5.240	5.218	-20
0	5.354	5.333	5.313	5.292	5.271	5.250	5.228	5.207	5.185	5.163	5.141	5.119	5.097	5.075	5.053	5.031	5.009	0
20	5.141	5.119	5.097	5.074	5.052	5.029	5.006	4.983	4.960	4.936	4.913	4.890	4.867	4.844	4.821	4.798	4.775	20
40	4.911	4.889	4.866	4.843	4.821	4.797	4.774	4.751	4.728	4.704	4.681	4.658	4.634	4.611	4.588	4.564	4.541	40
60	4.666	4.644	4.621	4.598	4.575	4.552	4.529	4.505	4.482	4.458	4.435	4.411	4.388	4.364	4.341	4.317	4.294	60
80	4.411	4.384	4.357	4.330	4.303	4.276	4.249	4.221	4.194	4.166	4.139	4.112	4.085	4.058	4.031	4.004	3.977	80
100	4.136	4.110	4.082	4.054	4.026	3.997	3.968	3.939	3.911	3.882	3.853	3.824	3.795	3.766	3.737	3.708	3.679	100
120	3.852	3.823	3.794	3.764	3.734	3.705	3.675	3.645	3.615	3.585	3.555	3.525	3.495	3.465	3.435	3.405	3.375	120
140	3.554	3.523	3.492	3.462	3.431	3.400	3.369	3.337	3.306	3.274	3.243	3.211	3.179	3.147	3.115	3.083	3.051	140
160	3.243	3.211	3.179	3.147	3.115	3.083	3.051	3.018	2.986	2.953	2.920	2.888	2.855	2.822	2.790	2.757	2.724	160
180	2.920	2.887	2.854	2.821	2.788	2.755	2.722	2.689	2.656	2.623	2.590	2.557	2.524	2.491	2.458	2.425	2.392	180
200	2.597	2.563	2.529	2.495	2.460	2.426	2.392	2.357	2.323	2.288	2.253	2.218	2.183	2.148	2.113	2.078	2.043	200
220	2.243	2.208	2.173	2.138	2.103	2.067	2.032	1.996	1.961	1.925	1.890	1.854	1.818	1.782	1.747	1.711	1.675	220
240	1.869	1.834	1.818	1.782	1.746	1.709	1.673	1.637	1.600	1.564	1.527	1.491	1.454	1.418	1.381	1.345	1.308	240
260	1.527	1.490	1.453	1.417	1.380	1.343	1.306	1.269	1.231	1.194	1.157	1.120	1.083	1.046	1.009	972	935	260
280	1.119	1.119	1.081	1.043	1.006	0.968	0.930	0.892	0.854	0.816	0.778	0.740	0.702	0.664	0.626	0.588	0.550	280
300	0.778	0.739	0.701	0.663	0.625	0.587	0.549	0.510	0.472	0.434	0.396	0.358	0.320	0.282	0.244	0.206	0.168	300
320	0.356	0.353	0.314	0.275	0.236	0.197	0.157	0.118	0.079	0.039	0.000	0						320
340	0.000	0.039	0.079	0.119	0.159	0.199	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0						340
360	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.716	0.756	0.796	0						360
380	0.796	0.836	0.876	0.916	0.956	0.996	1.036	1.076	1.116	1.156	1.196	0						380
400	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	0						400
420	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.940	1.982	2.023	0						420
440	2.023	2.064	2.105	2.146	2.187	2.228	2.270	2.312	2.354	2.396	2.438	0						440
460	2.438	2.479	2.520	2.561	2.602	2.644	2.686	2.728	2.769	2.810	2.851	0						460
480	2.851	2.893	2.934	2.975	3.017	3.059	3.101	3.142	3.184	3.225	3.267	0						480
500	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	0						500
520	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	0						520
540	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	0						540
560	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	0						560
580	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.329	0						580
600	5.329	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	0						600
620	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.018	6.059	6.100	6.140	0						620
640	6.140	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	0						640
660	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	0						660
680	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	0						680
700	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	0						700
720	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.139	0						720
740	8.139	8.179	8.219	8.259	8.299	8.339	8.379	8.419	8.459	8.499	8.539	0						740
760	8.539	8.579	8.619	8.659	8.699	8.739	8.779	8.819	8.859	8.899	8.939	0						760
780	8.939	8.979	9.019	9.059	9.099	9.139	9.179	9.219	9.259	9.299	9.339	0						780
800	9.339	9.379	9.419	9.459	9.499	9.539	9.579	9.619	9.659	9.699	9.739	0						800
820	9.739	9.779	9.819	9.859	9.899	9.939	9.979	10.019	10.059	10.099	10.139	0						820
840	10.139	10.179	10.219	10.259	10.299	10.339	10.379	10.419	10.459	10.499	10.539	0						840
860	10.539	10.579	10.619	10.659	10.699	10.739	10.779	10.819	10.859	10.899	10.939	0						860
880	10.939	10.979	11.019	11.059	11.099	11.139	11.179	11.219	11.259	11.299	11.339	0						880
900	11.339	11.379	11.419	11.459	11.499	11.539	11.579	11.619	11.659	11.699	11.739	0						900
920	11.739	11.779	11.819	11.859	11.899	11.939	11.979	12.019	12.059	12.099	12.139	0						920
940	12.139	12.179	12.219	12.259	12.299	12.339	12.379	12.419	12.459	12.499	12.539	0						940
960	12.539	12.579	12.619	12.659	12.699	12.739	12.779	12.819	12.859	12.899	12.939	0						960
980	12.939	12.979	13.019	13.059	13.099	13.139	13.179	13.219	13.259	13.299	13.339	0						980
1000	13.339	13.379	13.419	13.459	13.499	13.539	13.579	13.619	13.659	13.699	13.739	0						1000

C-1



## • Datasheet MAX6675

EVALUATION KIT AVAILABLE

### MAX6675

### Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

#### General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 0.5°C for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

#### Applications

- Industrial
- Appliances
- HVAC

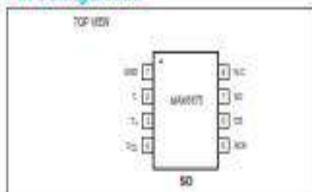
#### Features

- Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- Cold-Junction Compensation
- Simple SPI-Compatible Serial Interface
- 12-Bit, 0.25°C Resolution
- Open Thermocouple Detection

#### Ordering Information

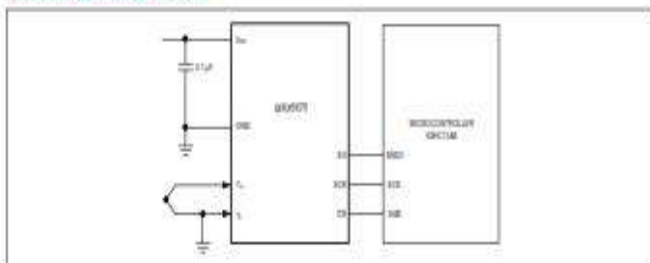
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675SA	-20°C to +85°C	8 SO

#### Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

#### Typical Application Circuit



## MAX6675

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

## Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage ( $V_{CC}$ to GND)	-0.3V to +6V
SD, SCK, CS, T <sub>+</sub> , T <sub>-</sub> to GND	-0.3V to $V_{CC}$ + 0.3V
SD Current	50mA
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V
Continuous Power Dissipation ( $T_A$ = +70°C)	
8-Pin SO (derate 5.8mW/°C above +70°C)	471mW
Operating Temperature Range	-30°C to +85°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Junction Temperature	+150°C
SO Package	
Vapor Phase (60s)	+215°C
Infrared (15s)	+220°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses in excess of those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## Electrical Characteristics

( $V_{CC}$  = +3.0V to +5.5V,  $T_A$  = -30°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		THERMOCOUPLE = +700°C, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-5		+5	LSB
			V <sub>CC</sub> = +5V	-6		+6	
		THERMOCOUPLE = 0°C to +700°C, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-8		+8	
			V <sub>CC</sub> = +5V	-9		+9	
		THERMOCOUPLE = +700°C to +1020°C, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-17		+17	
		V <sub>CC</sub> = +5V	-19		+19		
Thermocouple Conversion Constant					10.25		µV/LSB
Cold-Junction Compensation Error		T <sub>A</sub> = -20°C to +85°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-3.0		+3.0	°C
			V <sub>CC</sub> = +5V	-3.0		+3.0	
Resolution					0.25		°C
Thermocouple Input Impedance					80		kΩ
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>			3.0		5.5	V
Supply Current	I <sub>CC</sub>				0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		V <sub>CC</sub> rising		1	2	2.5	V
Power-On Reset Hysteresis					50		mV
Conversion Time		(Note 2)			0.17	0.22	s
<b>SERIAL INTERFACE</b>							
Input Low Voltage	V <sub>IL</sub>					0.3 × V <sub>CC</sub>	V
Input High Voltage	V <sub>IH</sub>					0.7 × V <sub>CC</sub>	V
Input Leakage Current	I <sub>LEAK</sub>	V <sub>IN</sub> = GND or V <sub>CC</sub>				±5	µA
Input Capacitance	C <sub>IN</sub>					5	pF

## MAX6675

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

## Electrical Characteristics (continued)

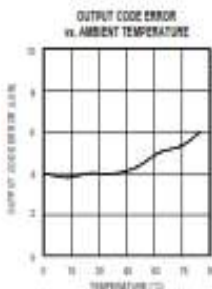
(V<sub>CC</sub> = +3.0V to +5.5V; T<sub>A</sub> = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output High Voltage	V <sub>OH</sub>	I <sub>SOURCE</sub> = 1.8mA	V <sub>CC</sub> - 0.4			V
Output Low Voltage	V <sub>OL</sub>	I <sub>SINK</sub> = 1.8mA			0.4	V
<b>TIMING</b>						
Serial Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>				4.3	MHz
SCK Pulse High Width	t <sub>CH</sub>		100			ns
SCK Pulse Low Width	t <sub>CL</sub>		100			ns
CSB Fall to SCK Rise	t <sub>CSF</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF	100			ns
CSB Fall to Output Enable	t <sub>OV</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF			100	ns
CSB Rise to Output Disable	t <sub>OE</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF			100	ns
SCK Fall to Output Data Valid	t <sub>OD</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF			100	ns

**Note 1:** All specifications are 100% tested at T<sub>A</sub> = +25°C. Specification limits over temperature (T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>) are guaranteed by design and characterization, not production tested.

**Note 2:** Guaranteed by design. Not production tested.

## Typical Operating Characteristics

(V<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)

## MAX6675

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

## Applications Information

## Serial Interface

The *Typical Application Circuit* shows the MAX6675 interfaced with a microcontroller. In this example, the MAX6675 processes the reading from the thermocouple and transmits the data through a serial interface. Force  $\overline{CS}$  low and apply a clock signal at SCK to read the results at SO. Forcing  $\overline{CS}$  low immediately stops any conversion process. Initiate a new conversion process by forcing  $\overline{CS}$  high.

Force  $\overline{CS}$  low to output the first bit on the SO pin. A complete serial interface read requires 16 clock cycles. Read the 16 output bits on the falling edge of the clock. The first bit, D15, is a dummy sign bit and is always zero. Bits D14-D3 contain the converted temperature in the order of MSB to LSB. Bit D2 is normally low and goes high when the thermocouple input is open. D1 is low to provide a device ID for the MAX6675 and bit D0 is three-state.

Figure 1a is the serial interface protocol and Figure 1b shows the serial interface timing. Figure 2 is the SO output.

## Open Thermocouple

Bit D2 is normally low and goes high if the thermocouple input is open. In order to allow the operation of the open thermocouple detector, T<sub>-</sub> must be grounded. Make the ground connection as close to the GND pin as possible.

## Noise Considerations

The accuracy of the MAX6675 is susceptible to power-supply coupled noise. The effects of power-supply noise can be minimized by placing a 0.1μF ceramic bypass capacitor close to the supply pin of the device.

## Thermal Considerations

Self-heating degrades the temperature measurement accuracy of the MAX6675 in some applications. The magnitude of the temperature errors depends on the thermal conductivity of the MAX6675 package, the

mounting technique, and the effects of airflow. Use a large ground plane to improve the temperature measurement accuracy of the MAX6675.

The accuracy of a thermocouple system can also be improved by following these precautions:

- Use the largest wire possible that does not shunt heat away from the measurement area.
- If small wire is required, use it only in the region of the measurement and use extension wire for the region with no temperature gradient.
- Avoid mechanical stress and vibration, which could strain the wires.
- When using long thermocouple wires, use a twisted-pair extension wire.
- Avoid steep temperature gradients.
- Try to use the thermocouple wire well within its temperature rating.
- Use the proper sheathing material in hostile environments to protect the thermocouple wire.
- Use extension wire only at low temperatures and only in regions of small gradients.
- Keep an event log and a continuous record of thermocouple resistance.

## Reducing Effects of Pick-Up Noise

The input amplifier (A1) is a low-noise amplifier designed to enable high-precision input sensing. Keep the thermocouple and connecting wires away from electrical noise sources.

## Chip Information

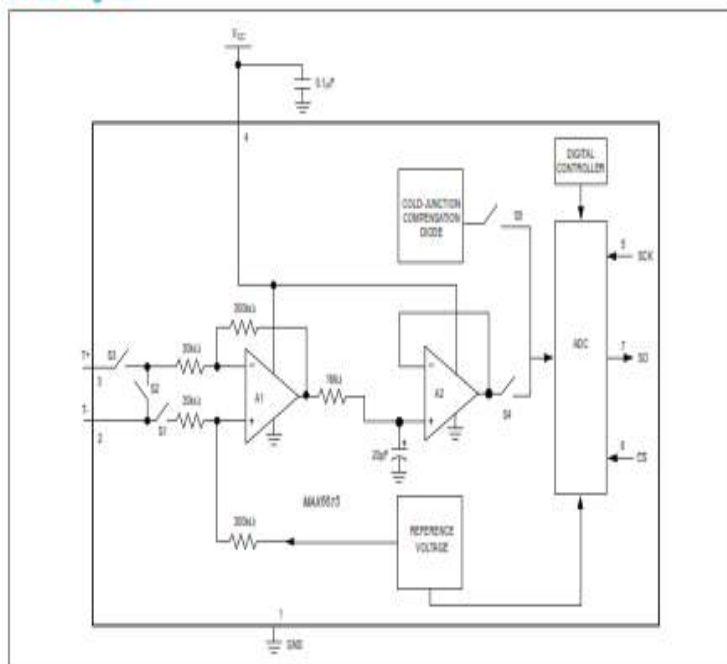
TRANSISTOR COUNT: 6720

PROCESS: BICMOS

MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-  
to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

## Block Diagram



## Package Information

For the latest package outline information and land patterns (footprints), go to [www.maximintegrated.com/packages](http://www.maximintegrated.com/packages). Note that a "+", "#", or "-" in the package code indicates RoHS status only. Package drawings may show a different suffix character, but the drawing pertains to the package regardless of RoHS status.

PACKAGE TYPE	PACKAGE CODE	OUTLINE NO.	LAND PATTERN NO.
8 SO	S8+2	21-0041	90-0096

## • Datasheet Atmega32

### Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 × 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 1024Bytes EEPROM
  - 2Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - 8 Single-ended Channels
    - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
    - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7V - 5.5V for ATmega32L
  - 4.5V - 5.5V for ATmega32
- Speed Grades
  - 0 - 8MHz for ATmega32L
  - 0 - 16MHz for ATmega32
- Power Consumption at 1MHz, 3V, 25°C
  - Active: 1.1mA
  - Idle Mode: 0.35mA
  - Power-down Mode: < 1µA

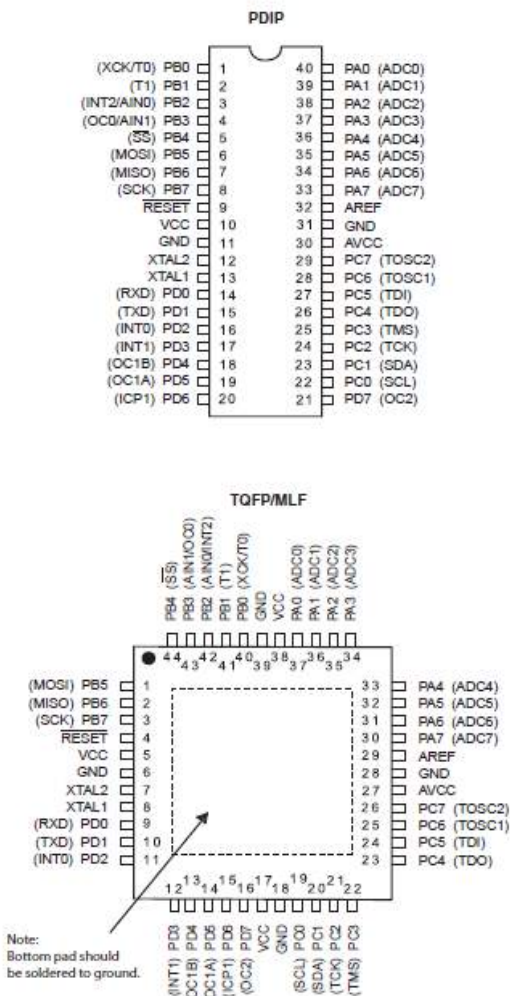


8-bit **AVR®**  
Microcontroller  
with 32KBytes  
In-System  
Programmable  
Flash

ATmega32  
ATmega32L

## Pin Configurations

**Figure 1. Pinout ATmega32**







The Atmel®AVR®AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega32 provides the following features: 32Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 1024bytes EEPROM, 2Kbyte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega32 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The Atmel AVR ATmega32 is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

## Pin Descriptions

**VCC** Digital supply voltage.

**GND** Ground.

**Port A (PA7..PA0)** Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

## ATmega32(L)

<b>Port B (PB7..PB0)</b>	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on <a href="#">page 57</a>.</p>
<b>Port C (PC7..PC0)</b>	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>The TDO pin is tri-stated unless TAP states that shift out data are entered.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega32 as listed on <a href="#">page 60</a>.</p>
<b>Port D (PD7..PD0)</b>	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on <a href="#">page 62</a>.</p>
<b>RESET</b>	<p>Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in <a href="#">Table 15 on page 37</a>. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>
<b>XTAL1</b>	<p>Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p>
<b>XTAL2</b>	<p>Output from the inverting Oscillator amplifier.</p>
<b>AVCC</b>	<p>AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to <math>V_{CC}</math>, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to <math>V_{CC}</math> through a low-pass filter.</p>
<b>AREF</b>	<p>AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.</p>

- Datasheet Solenoid Valve**

**2-WAY SOLENOID VALVE UW SERIES****2-WAY SOLENOID VALVE UW SERIES**

**MODEL:** 2/2 MAXIMUM REGULAR  
**TYPE:** NORMALLY CLOSED  
**SOLENOID VALVE.**  
**BORE:** 3/8"-2" SCREWED END.  
**FLUID:** WATER, AIR.

**SPECIFICATION and CHARACTER:**

1. UW series is direct multiplex-drive, connected to diaphragm, open type.
2. Valve body made of forged brass or cast bronze.
3. UW can be operated directly without pressure difference.
4. Standard voltage: AC110V/AC220V/DC24V(50/60Hz)
5. AC Voltage tolerance:  $\pm 10\%$ . DC voltage tolerance:  $\pm 1\%$ .
6. Screwed end to: BSPT, NPT or BSP.
7. Other special AC/DC voltages can be made to client's order.
8. In case use for special fluid, please state the type of fluid with your order (such as gas, vacuum, diesel oil, gasoline).
9. In case fluid temperature must be range of 130°C, your may order Viton, Silicon materials.

MODEL	CONNECTION PIPE SIZE	Cv	ORIFICE MM	FLUID TEMP. °C	MAX. OPERATING PRESSURE DIFF. KGf/cm <sup>2</sup>			Size (mm)			weight (kg)
					AIR	WATER	LIGHT OIL	L	H	D	
UW-10	3/8"	4.5	15mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	70	100	50	0.9
UW-15	1/2"	4.5	15mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	70	100	50	0.9
UW-20	3/4"	8.6	20mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	73	102	50	1.0
UW-25	1"	12	25mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	93	106	50	1.8
UW-35	1-1/4"	24	35mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	125	140	58	3.2
UW-40	1-1/2"	28	40mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	125	140	58	3.5
UW-50	2"	48	40mm	-5°C ~80°C	0-7	0-5	0-5	167	170	58	5.4

THE PRESSURE RATINGS INDICATED ABOVE ARE BASED ON AC110V/220V. THE MAXIMUM PRESSURE MAY VARY IN CASE ON DC/AC24V.  
 SPECIAL ORDER: AC380V, 415V, 440V, DC12V.



### 2-WAY SOLENOID VALVE UW-NO SERIES

MODEL: 2/2 MAXIMUM REGULAR TYPE, NORMALLY OPEN SOLENOID VALVE.

BORE: 3/8"-2" SCREWED END.

FLUID: WATER, AIR.

#### SPECIFICATION and CHARACTER:

1. UW-NO series is direct multiplex-drive, connected to diaphragm, close type.
2. Valve body made of forged brass or cast bronze.

MODEL	CONNECTION PIPE SIZE	Cv	ORIFICE MM	FLUID TEMP. °C	MAX. OPERATING PRESSURE DIFF. KGf/cm <sup>2</sup>				Size (mm)			weight (kg)
					WATER	AIR	GAS	VACUUM	L	H	D	
UW-10-NO	3/8"	4.5	15mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			70	126	58	1.1
UW-15-NO	1/2"	4.5	15mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			70	130	58	1.1
UW-20-NO	3/4"	8.6	20mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			73	135	58	1.2
UW-25-NO	1"	12	25mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			93	106	58	1.8
UW-35-NO	1-1/4"	24	35mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			125	158	58	3.2
UW-40-NO	1-1/2"	28	40mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			125	158	58	3.5
UW-50-NO	2"	48	50mm	-5°C ~80°C	0-5	0-7			167	188	58	5.4

3. UW-NO can be operated directly without pressure difference.

4. Standard voltage: AC110V/AC220V/DC24V(50/60Hz)

5. AC Voltage tolerance: ±10%. DC voltage tolerance: ±1%.

6. Screwed end to: BSPT, NPT or BSP.

7. Other special AC/DC voltages can be made to client's order.

8. In case use for special fluid, please state the type of fluid with your order (such as gas, vacuum, diesel oil, gasoline).

9. In case fluid temperature must be range of 130°C, you may order Viton, Silicon materials.

10. 2 Way Normally open solenoid valve

11. Type UWNO is normally closed, can direct operation without pressure

THE PRESSURE RATINGS INDICATED ABOVE ARE BASED ON AC110V/220V. THE MAXIMUM PRESSURE MAY VARY IN CASE ON DC/AC24V.

SPECIAL ORDER: AC380V, 415V, 440V, DC12V.

## BIODATA



Bahtiar Dresta Huda yang biasa dipanggil “ Dresta ” ini merupakan mahasiswa dari daerah Tuban yang berumur 22 tahun. Penulis tinggal di Jl. Mastrip 2 No. 9 Tuban, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Kebonsari 1 Tuban, SMP Negeri 3 Tuban, Dan SMA Negeri 1 Tuban. Pada tahun 2015 penulis pertama kali berkuliah di ITS dengan mengikuti ujian D3 Metrologi dan

Instrumentasi ini. Dan sekarang telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SAFETY SYSTEM PADA PROTOTYPE STEAM PLANT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP”**. Apabila ada pertanyaan mengenai tugas akhir penulis dapat menghubungi 082298151445 atau email : [bdresta777@gmail.com](mailto:bdresta777@gmail.com)